Volume 4, Issue 13, February 2026, 1629-1647.

Online ISSN: 3041-9255

Journal of Human Ecology

journal homepage: http://www.landscapeecologyjournals.ir/

Research Paper

Analysis and Ranking of Green Architecture Features in Mosque Design: A Comparative Study of Historical and Contemporary Eras

Ali Sadeghi habibabad *[1], Faezeh Asadpour [2]

1 Assistant Professor, Architectural Engineering Department, Faculty of Technical and Engineering, Yasouj University, Yasouj, Iran.
2 Assistant Professor, Department of Architecture, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.

Keywords

Green Architecture, Mosque Design, Comparative Analysis, Historical and Contemporary Eras.

A B S T R A C T

This study focuses on identifying and analyzing the principles of green architecture in mosque design and evaluating the extent to which these principles are applied in modern mosques compared to historical examples. The main motivation for this research lies in the limited studies conducted on the incorporation of green architecture principles in mosque design, particularly in Iran. Mosques, as spaces with spiritual and social functions, hold significant potential for fostering sustainability and contributing to environmental quality improvement. To achieve this objective, the study addresses three key questions: First, what green architecture features should be considered in mosque design? Second, which of these features have the greatest impact on enhancing mosque architecture? Third, how do modern mosques compare to historical examples in adhering to these features ?In response to these questions, the research adopts a mixed methodology combining literature review and survey methods. Initially, using the Delphi method and participation from nine experts in the field, 27 key features were selected from an initial pool of 40 proposed attributes. Subsequently, a questionnaire was developed based on these features and distributed to 300 architectural engineers. A total of 126 valid responses were collected and analyzed. The findings reveal that, despite theoretical advancements in understanding green architecture, many critical principles of green architecture are underutilized in modern mosque designs. Among the most impactful features for improving green architecture are energy optimization, effective utilization of natural light and ventilation, consideration of climate and building orientation, use of local materials, and promoting adaptability for long-term functional changes .Moreover, exploratory factor analysis identified four primary factors related to green architecture in mosque design: Design and Energy, Environmental Quality, Management and Sustainability, and Context and Culture. The study advocates for a creative reinterpretation of historical architectural heritage alongside contemporary knowledge and technologies as an effective approach to achieving green mosque designs that meet modern and future needs .

*Corresponding Author.
Email Adresses: AliSadeghi@yu.ac.ir , Tel: +989173432927

Sadeghi Habibabad,A. and Asadpour,F. (2026). Analysis and Ranking of Green Architecture Features in Mosque Design: A Comparative Study of Historical and Contemporary Eras. Human Ecology, 4(13), 1629-1647.

Doi: https://doi.org/10.22034/he.2025.549427.1145

سال چهارم، شماره سیزدهم، زمستان ۱۴۰۴، ۱۶۲۹-۱۶۴۷.

شاپای الکترونیکی: ۹۲۵۵-۳۰۴۱

فصلنامه اکولوژی انسانی

http:// www.landscapeecologyjournals.ir

مقاله پژوهشی

واکاوی و رتبه‌بندی شاخصه‌های معماری سبز در طراحی مساجد و بررسی همسان‌سنجی آن در دوران گذشته و معاصر

علی صادقی حبیب‌آباد *[۱]، فائزه اسدپور [۲]

۱ استادیار گروه مهندسی معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

۲ استادیار گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

چکیده

این پژوهش با تمرکز بر شناسایی و تحلیل شاخصه‌های معماری سبز در طراحی مساجد و ارزیابی میزان انطباق این شاخصه‌ها در مساجد امروز نسبت به نمونه‌های تاریخی انجام‌شده است. دلیل اصلی توجه به این موضوع، محدود بودن تحقیقات درزمینهٔ به‌کارگیری اصول معماری سبز در طراحی مساجد، به‌ویژه در ایران، است. این در حالی است که مساجد به‌عنوان فضاهایی با کارکرد معنوی و اجتماعی، ظرفیت بالایی برای بسط اصول پایداری و نقش‌آفرینی در ارتقای کیفیت محیط‌زیست دارند. در راستای این هدف، پژوهش تلاش کرده است تا پاسخی به سه پرسش کلیدی ارائه دهد: اول اینکه چه شاخصه‌هایی از معماری سبز باید در طراحی یک مسجد لحاظ شوند؟ دوم، کدام‌یک از این شاخصه‌ها تأثیر بیشتری بر بهبود کیفیت معماری مساجد دارد؟ و سوم اینکه مساجد جدید تا چه حد ازنظر رعایت این شاخصه‌ها با نمونه‌های تاریخی قابل قیاس هستند؟ برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های مطرح‌شده، روش تحقیق ترکیبی از مطالعات کتابخانه‌ای و پیمایشی طراحی شد. ابتدا با به‌کارگیری روش دلفی و مشارکت ۹ نفر از خبرگان این حوزه، از بین ۴۰ شاخص پیشنهادی، تعداد ۲۷ شاخص کلیدی انتخاب گردید. سپس بر اساس این شاخص‌ها پرسشنامه‌ای تدوین شد که به ۳۰۰ مهندس معمار ارسال گردید. از مجموع پرسشنامه‌های توزیع‌شده، تعداد ۱۲۶ پرسشنامه معتبر جمع‌آوری‌شده و داده‌های حاصل مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که علی‌رغم افزایش آگاهی نظری پیرامون توسعه معماری سبز، بخش زیادی از شاخصه‌های مهم معماری سبز در طراحی مساجد مدرن کمتر رعایت می‌شوند. ازجمله شاخصه‌هایی که بیشترین تأثیر را در بهبود معماری سبز دارند می‌توان به مواردی مانند بهینه‌سازی مصرف انرژی، استفاده مؤثر از نور طبیعی و تهویه طبیعی، توجه به اقلیم و جهت‌گیری ساختمان، بهره‌گیری از مصالح بومی و ایجاد انعطاف‌پذیری در کاربری‌های طول زمان اشاره کرد. همچنین بر اساس تحلیل عامل اکتشافی چهار عامل اصلی مرتبط با معماری سبز در طراحی مساجد شناسایی شدند که عبارت‌اند از: عامل اول (طراحی و انرژی)، عامل دوم (کیفیت محیطی)، عامل سوم (مدیریت و پایداری) و عامل چهارم (بافت و فرهنگ). این پژوهش پیشنهاد می‌کند که بازخوانی خلاقانه میراث معماری گذشته، همگام با استفاده از دانش و فناوری‌های معاصر، راهی مؤثر برای دستیابی به طراحی مساجدی سبز و هماهنگ با نیازهای امروز و آینده خواهد بود.

واژگان کلیدی

معماری سبز، طراحی مساجد، مقایسه تطبیقی، دوران گذشته و جدید.

ارجاع به این مقاله: صادقی حبیب آباد، علی و اسدپور، فائزه . (۱۴۰۴). واکاوی و رتبه‌بندی شاخصه‌های معماری سبز در طراحی مساجد و بررسی همسان‌سنجی آن در دوران گذشته و معاصر. اکولوژی انسانی، ۴(۱۳)، ۱۶۲۹-۱۶۴۷.

۱. مقدمه و بیان مسئله

در دهه‌های اخیر، مفهوم معماری سبز به‌عنوان یکی از محوری‌ترین رویکردها در معماری، جایگاه ویژه‌ای در طراحی و ساخت بناها یافته است (Wang, 2012). افزایش تغییرات اقلیمی، کاهش منابع طبیعی و نیاز فزاینده به بهبود کیفیت محیط‌زیست انسانی، معماران و برنامه‌ریزان شهری را به سمت اتخاذ راهکارهایی سوق داده که در آن‌ها بهره‌وری انرژی، دوام مصالح و هماهنگی با شرایط اقلیمی در اولویت قرار داشته باشد (Fu & Lyu, 2021). در این میان، فضاهای مذهبی، به‌ویژه مساجد، به دلیل برخورداری از جایگاه فرهنگی و اجتماعی خاص، ظرفیت مناسبی برای بازتاب اصول معماری سبز دارند. مساجد علاوه بر تأمین نیازهای عبادی، به‌عنوان مراکزی برای تعاملات اجتماعی و فرهنگی شناخته می‌شوند؛ ازاین‌رو طراحی آن‌ها با رعایت اصول معماری سبز می‌تواند به‌طور هم‌زمان باعث تقویت جنبه‌های معنوی و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی شود.

باوجود ادبیات گسترده درزمینه معماری سبز در منابع داخلی و خارجی، طراحی مساجد با اصول معماری سبز در ایران همچنان کمتر موردتوجه قرارگرفته است. بسیاری از مساجد امروزی با گرایش به سبک‌های جهانی و استفاده از مصالح صنعتی، بدون توجه کافی به شرایط اقلیمی، سنت‌های بومی و معماری سبز ساخته شده‌اند. این وضعیت در حالی رخ می‌دهد که مساجد سنتی ایران نمونه‌هایی برجسته از معماری سبز محسوب می‌شوند؛ چراکه با اتکا به دانش محلی، احترام به کاربران، انتخاب مصالح به‌صورت هوشمندانه و فهم عمقی از عوامل اقلیمی توانسته‌اند نیازهای کارکردی و محیطی را به بهترین شکل پاسخ دهند. عدم وجود چارچوبی جامع برای ارزیابی میزان انطباق مساجد جدید با اصول معماری سبز سبب شده است نقاط قوت و ضعف این بناها به‌طور نظام‌مند شناسایی نشده و فرصت‌های مهم برای بهبود کیفیت طراحی آن‌ها ازدست‌رود؛ بنابراین، ضروری است که با بهره‌گیری از دیدگاه‌های کارشناسان و استفاده از رویکردهای علمی، شاخص‌های اصلی معماری سبز در طراحی مساجد استخراج شوند. همچنین باید وضعیت مساجد معاصر ایران را نسبت به این شاخص‌ها مورد تحلیل قرار داد تا دستورالعمل‌هایی راهبردی و علمی برای ارتقای طراحی آینده در دسترس قرار گیرد.

۱.۱. اهداف و فرضیه‌های تحقیق

هدف این پژوهش شناسایی و تحلیل شاخصه‌های معماری سبز در طراحی مساجد و ارزیابی میزان انطباق این شاخصه‌ها در مساجد دوران حاضر نسبت به گذشته است. با توجه به اهمیت حفاظت از محیط‌زیست و ارتقاء کیفیت فضاهای معنوی، معماری سبز به‌عنوان رویکردی مؤثر در طراحی بناها، به‌ویژه فضاهای مذهبی، جایگاه مهمی پیداکرده است. مساجد به‌عنوان مکان‌های مقدس و مراکز تجمعات اجتماعی می‌توانند با به‌کارگیری اصول معماری سبز، علاوه بر کاهش مصرف انرژی و حفظ منابع طبیعی، محیطی سالم‌تر و تجربه‌ای معنوی‌تر را برای کاربران ایجاد کنند. اهمیت این مطالعه در این است که بررسی تطبیقی شاخصه‌های سبز در مساجد جدید نسبت به گذشته می‌تواند نقاط قوت و ضعف فرآیند طراحی این فضاها را نمایان ساخته و راهنمایی ارزشمند برای معماران و برنامه‌ریزان شهری جهت بهبود طرح‌های آینده فراهم آورد.

بر این اساس فرضیات کلیدی پژوهش شامل این موارد است: به نظر می‌رسد در طراحی معماری مساجد جدید در مقایسه با مساجد گذشته؛ میزان رعایت شاخصه‌های معماری سبز کمتر لحاظ می‌گردد. همچنین رتبه‌بندی شاخصه‌های معماری سبز احتمالاً نشان می‌دهد که برخی از این عناصر تأثیر بیشتری بر کیفیت معماری مساجد دارند؛ بنابراین نیازمند توجه ویژه هستند. سؤالات پژوهش نیز بدین شرح تعیین‌شده‌اند:

- کدام شاخصه‌های معماری سبز باید در طراحی مساجد مدنظر قرار گیرند؟
- کدام یک از شاخصه‌ها بیشترین نقش را در بهبود کیفیت طراحی مساجد ایفا می‌کنند؟
- تفاوت میزان انطباق شاخصه‌های معماری سبز در مساجد دوران حال نسبت به گذشته چگونه است؟

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

موضوع معماری سبز به‌صورت عموم، به‌ویژه اصول آن، در منابع داخلی و خارجی به‌طور گسترده‌ای موردبررسی قرارگرفته است. بااین‌حال، تمرکز بر معماری سبز در طراحی مساجد به‌طور خاص در منابع داخلی محدودتر بوده و مقالات کمتری در این زمینه وجود دارد. در مقابل، در منابع خارجی، به‌ویژه مربوط به کشورهای اسلامی، مقالاتی پیرامون این موضوع یافت می‌شود که به برخی از مهم‌ترین آن‌ها در ادامه خواهیم پرداخت. در ایران، توجه کافی به معماری سبز در طراحی مساجد جدید کمتر موردتوجه قرار گرفته و بیشتر تمرکز بر ویژگی‌های معنوی و دینی کالبد مساجد معطوف بوده است. مقاله حاضر تلاش دارد تا اصول معماری سبز مرتبط با طراحی مساجد در ایران بر اساس نظر متخصصین را شناسایی کند و در مهم‌ترین بخش آن: انطباق‌پذیری و آسیب‌شناسی معماری مساجد امروزی را نسبت به اصول معماری سبز شناسایی‌شده؛ در مقایسه با معماری سنتی را مورد واکاوی قرار دهد.

عینی و همکاران (Aini et al, 2024) اذعان دارند که شاخص‌های معماری سبز در طراحی مساجد باهدف ایجاد محیطی پایدار و هماهنگ با طبیعت، موارد متعددی را شامل می‌شود که ازجمله آن‌ها می‌توان به بهره‌وری بالای انرژی، استفاده از تکنیک‌های پیشرفته خنک‌کننده

غیرفعال، تأمین روشنایی طبیعی به‌جای وابستگی کامل به منابع مصنوعی، صرفه‌جویی و مدیریت مؤثر آب و بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر اشاره کرد. مسجد الفرقان یکی از نمونه‌هایی است که این اصول را در طراحی و ساخت خود تا حدی رعایت کرده و نشان‌دهنده پیشرفت در این حوزه است، اما باوجوداین تلاش‌ها، هنوز جای بهبود دارد تا بتواند به استانداردهای مطلوب پایداری برسد و نقش الگویی کاملی داشته باشد. همچنین اسماعیل و رشید (Ismail & Rashid, 2023) در مقاله خود بر این نظر هستند که شاخص‌های معماری سبز در طراحی مسجد شامل استفاده از تکنیک‌های خنک‌کننده غیرفعال، بهره‌گیری از روشنایی طبیعی در طول روز، سیستم‌های روشنایی LED، دستگاه‌های صرفه‌جویی در مصرف آب، تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر و فراهم کردن امکانات دسترسی مانند مسیرهای مناسب برای ویلچر و غرفه‌های بهداشتی ویژه افراد دارای معلولیت می‌شود. از نمونه‌های قابل‌توجه این رویکرد مسجد رجا فی سبیل‌اله در سایبرجایا است. در مقاله‌ای دیگر اشاره شده است که شاخص‌های معماری سبز در طراحی مسجد شامل ویژگی‌های چندمنظوره، بهره‌گیری از مصالح طبیعی، ترکیب نور و تهویه طبیعی، استفاده از راهبردهای طراحی پایدار، توجه به پایداری فرهنگی و به‌کارگیری روش‌های سازگار با محیط‌زیست و انرژی در معماری مدرن مساجد می‌شود (Şimşek, 2024).

در پژوهش (Purisari et al, 2017) بر اهمیت به‌کارگیری مواد پایدار، افزایش بهره‌وری انرژی، مدیریت مؤثر آب و ادغام اصول زیست‌محیطی به‌عنوان شاخص‌های اصلی معماری سبز در فرآیند طراحی مساجد تمرکز دارد. هدف از استفاده این عناصر، کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی است و درعین‌حال تلاش می‌شود که محدودیت‌های مالی و بودجه‌ای در ساخت مسجد نیز مدنظر قرار گیرد و به بهترین نحو مدیریت شود. همچنین مقاله (Masridin & Ismail, 2022) به شناسایی چند عامل کلیدی پرداخته که ماهیت معماری سبز در طراحی مسجد را تعریف می‌کنند. این عوامل شامل مکان‌یابی دقیق، درک عمیق پدیدارشناسی حواس، تطبیق‌پذیری با شرایط اقلیمی هستند. هر یک از این عناصر نقش مهمی در ایجاد معماری پایدار ایفا می‌کنند و در کنار یکدیگر به هدفی جامع‌تر دست می‌یابند؛ یعنی پاسخ مناسب به نیازهای کاربران و ارتقای حس همبستگی اجتماعی در بطن طراحی. سووندی (Suwendi, 2024) در مقاله خود بر این نظر است که شاخص‌های معماری سبز در طراحی یک مسجد شامل اصول معماری زیست‌محیطی، بهره‌گیری بهینه از منابع آبی، مدیریت پسماند با فناوری سوزاندن و برنامه‌ریزی برای فضای سبز شهری می‌باشد. همچنین پژوهش (Satriabhawana, 2024) نشان می‌دهد که شاخص‌های معماری سبز در طراحی مسجد عبارت‌اند از بهره‌وری انرژی، استفاده از مصالح پایدار، سیستم‌های مدیریت آب، تهویه طبیعی و هماهنگی با محیط اطراف. تمامی این موارد در طراحی و ساخت مسجد استقلال به‌وضوح قابل‌مشاهده است.

پژوهشگران اندونزیایی بر این باورند که شاخص‌های معماری سبز در طراحی مسجد بر استفاده از مصالح دوستدار محیط‌زیست، بهره‌وری بهینه از آب و انرژی، تأمین روشنایی و تهویه طبیعی، به‌کارگیری طرح‌های خلاقانه در نمای بنا و هماهنگی طراحی سایت با ویژگی‌های اقلیمی منطقه تأکید دارد. همچنین، این اصول به ترویج حفاظت از محیط‌زیست و تحقق مفاهیم دینی کمک می‌کنند (Mochtar et al, 2024). همچنین پژوهشگرانی از مالزی بر این باورند که شاخص‌های معماری سبز در طراحی مساجد بر بهره‌گیری از فناوری‌های تجدیدپذیر، استفاده از مصالح پایدار، بهره‌برداری از تهویه طبیعی و تأمین نور روز تأکید دارند. این رویکردها نه‌تنها به بهینه‌سازی مصرف انرژی و ارتقای کیفیت هوای داخلی کمک می‌کنند، بلکه با ارزش‌های اسلامی درزمینه حفاظت از محیط‌زیست و ارتقای رفاه اجتماعی نیز همسو هستند (Sobri et al, 2021). همچنین مقاله (Imriyanti, 2014) شاخص‌های معماری سبز در طراحی مسجد را این‌گونه بیان می‌کند: هماهنگی با عناصر طبیعی، به‌کارگیری گیاهان زینتی و مثمر، بهره‌گیری از روشنایی و تهویه طبیعی، ایجاد الگوهای فضایی پایدار و در نظر گرفتن جلوه‌ی ظاهری مسجد در ارتباط با محیط پیرامون آن. همچنین پژوهش (Mohammed et al, 2024) به بررسی بهره‌وری انرژی، استفاده از مواد پایدار، منابع انرژی تجدیدپذیر و سیستم‌های مدیریت هوشمند جمعیت به‌عنوان شاخص‌های اصلی معماری سبز در طراحی مسجد می‌پردازد. هدف آن ارتقای آسایش کاربران و کاهش اثرات زیست‌محیطی است، ضمن اینکه با اهداف جهانی پایداری نیز هماهنگی دارد.

۱.۲. معماری سبز

معماری سبز یکی از شاخه‌های معماری بیونیک است که بر هم‌پیوندی اجزا و سازه‌های طبیعی تمرکز دارد. هدف این سبک معماری طراحی ساختمان‌هایی منحصربه‌فرد است که با یک ترکیب هماهنگ، گیاهان، فرم‌های معماری، راحتی و پایداری را در کنار هم قرار می‌دهند. این روش نه‌تنها جلوه‌هایی چشم‌نواز و خلاقانه ارائه می‌دهد، بلکه با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، به رفع نیازهای مدرن پرداخته و هم‌زمان حفظ زیبایی طبیعت را در نظر دارد. معماری سبز با تأکید بر مصرف بهینه انرژی، استفاده معقول از زمین و مصالح طبیعی، به ارتقای کیفیت زندگی و آسایش ساکنان کمک می‌کند (Маяцкая et al, 2019). معماری سبز مجموعه‌ای از شاخص‌ها و معیارها را شامل می‌شود که هدف آن کاهش اثرات زیست‌محیطی و بهینه‌سازی مصرف انرژی است. این شاخص‌ها شامل استفاده از منابع انرژی جایگزین، به‌کارگیری روش‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی، طراحی بهینه چیدمان اتاق‌ها، محاسبات دقیق جهت‌گیری و اندازه‌گیری پنجره‌ها، هماهنگی

مطلوب نماها با جهت جغرافیایی و رعایت اصـول برنامه‌ریزی شـهری می‌شـود. تمامی این موارد نه‌تنها هزینه‌های عملیاتی و نگهداری را کاهش می‌دهند، بلکه تأثیرات منفی بر محیط‌زیسـت را نیز به حداقل می‌رسـانند (BRI International Green Development Coalition, 2022).

معماری سبز رویکردی است که بر طراحی و توسعه سازه‌ها بر اساس اصول اکولوژیکی و حفظ محیط‌زیست تمرکز دارد. هدف اصلی این نوع معماری، ایجاد ساختمان‌هایی باکیفیت محیطی است که زندگی پایدار را تقویت می‌کنند. در این فرآیند، بهره‌وری انرژی، الگوهای پایداری و رویکرد جامع موردتوجه قرار می‌گیرند تا ساختارها در هماهنگی کامل با محیط طبیعی اطراف خود باشند. معماری سبز تلاش می‌کند از منابع به شکل بهینه استفاده کند، شرایط آب و هوایی سایت را در نظر بگیرد و از انرژی‌های طبیعی بهره‌برداری کند، به‌گونه‌ای که ضمن رعایت منافع انسانی، نقش مؤثری در حفاظت از محیط‌زیست جهانی ایفا کند (Eddy & Abdillah, 2022). معماری سبز که با نام معماری پایدار نیز شناخته می‌شود، رویکردی است که هدف آن کاهش اثرات منفی محیطی ساختمان‌ها با حفظ توازن میان توسعه و محیط‌زیست است. این سبک معماری با در نظر گرفتن اکوسیستم‌های اطراف، بر بهره‌وری و تعادل در مصرف مواد، انرژی و فضای ساخت تأکید دارد. در این شیوه، اصول صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفاظت اکولوژیکی به طراحی محیط ساخته‌شده وارد می‌شود تا سازه‌هایی دوستدار محیط‌زیست و پایدار ایجاد شوند. با توجه به افزایش تراکم شهری و کاهش فضاهای سبز، معماری سبز اهمیت فزاینده‌ای یافته است (Wisdianti & Sajar, 2023). معماری سبز یا طراحی پایدار رویکردی در ساخت‌وساز است که تمرکز اصلی آن کاهش اثرات مضر بر سلامت انسان و محیط‌زیست است. این نوع معماری با بهره‌گیری از مصالح سازگار با محیط‌زیست و استفاده از روش‌های ساخت‌وساز پایدار، به حفاظت از منابع طبیعی مانند هوا، آب‌وخاک کمک می‌کند. در این فلسفه، استفاده حداقلی از مواد غیرقابل‌تجدید و آلاینده در اولویت قرار دارد و هدف اصلی آن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در مراحل مختلف ساخت و بهره‌برداری است. درنهایت، معماری سبز تلاش می‌کند تا سازه‌هایی طراحی کند که هم ازنظر زیست‌محیطی مسئولانه عمل کرده و هم به لحاظ زیبایی‌شناسی جذاب باشند و بدین ترتیب تأثیری مثبت بر برنامه‌ریزی و طراحی شهری بگذارند (Yazdani & Mahmoudineja, 2016).

معماری سبز که به نام‌هایی مانند توسعه پایدار یا ساختمان سبز نیز شناخته می‌شود، نوعی رویکرد طراحی و ساخت است که اصول سازگار با محیط‌زیست را در اولویت قرار می‌دهد. این شیوه باهدف کاهش مصرف منابع در تمامی مراحل، از ساخت و بهره‌برداری گرفته تا مدیریت ساختمان، تلاش می‌کند تأثیرات منفی بر محیط‌زیست همچون آلودگی و تولید زباله را به حداقل برساند. معماری سبز بر استفاده از مواد نوآورانه و تکنیک‌های کم‌مصـرف انرژی تمرکز دارد تا سـاختمان‌هایی کارآمد ازنظر منابع و هماهنگ با طبیعت ایجاد کند. درنهایت، این سبک معماری به ترویج پایداری کمک می‌کند و میزان انتشار کربن در محیط‌های ساخته‌شده را کاهش می‌دهد (Fani, 2021). معماری سـبز با تأکید بر اصـول طراحی پایدار و ملاحظات زیسـت‌محیطی، به بهبود شـرایط محیط شـهری می‌پردازد. این نوع معماری با ادغام پوشش‌های گیاهی در ساختارهای ساخته‌شده، تمرکز ویژه‌ای بر سبزی عمودی دارد که نقش مهمی در کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی ایفا می‌کند. بهبود کیفیت هوا، کاهش پدیده جزیره گرمایی شهری و تقویت تنوع زیستی ازجمله دستاوردهای این رویکرد به شمار می‌روند. از طریق ترکیب عناصر طبیعی در طراحی شهری، معماری سبز به پایداری و انعطاف‌پذیری محیط کمک کرده و شرایطی را فراهم می‌آورد که زندگی در شـهرها برای نسـل حاضـر و آینده سـالم‌تر و پرنشـاط‌تر باشـد (Okwandu et al, 2024). معماری سـبز به‌عنوان یکی از رویکردهای نوین درزمینه معماری و طراحی، بر ارائه راه‌حل‌هایی متمرکز است که هدف اصـلی آن، تلفیق زیبایی‌شـناسـی مدرن با اصـول پایداری و حفظ محیط‌زیست است. این نوع معماری بر بهره‌گیری از مواد و مصالح سازگار با طبیعت تأکید دارد و درعین‌حال به دنبال بهبود بهره‌وری انرژی در بناها اسـت. طراحی‌های مبتنی بر این رویکرد تلاش می‌کنند تا تأثیری مثبت نه‌تنها بر محیط‌زیسـت بلکه بر زندگی انسـان‌ها نیز داشـته باشـند. معماری سـبز، ضـمن پرداختن به بحران‌های جاری زیسـت‌محیطی، بر خلق سـاختمان‌هایی متمرکز اسـت که هماهنگی بیشـتری با محیط اطراف خود دارند. این هماهنگی از یک‌سـو به ارتقای کیفی فضـاهای زندگی برای سـاکنان منجر می‌شـود و از سوی دیگر، نقش مهمی در ایجاد محیطی سالم‌تر و پایدارتر ایفا می‌کند، محیطی که بتواند پاسخی به نیازهای امروز بشر باشد و درعین‌حال احترام به حقوق نسل‌های آینده را مدنظر قرار دهد (Kostina et al, 2019; HE, 2002; Daramola et al, 2012).

۲.۲. شاخصه‌ها و عوامل معماری سبز در ساختمان

اصول معماری سبز شامل پنج اصل اساسی است که هرکدام نقش مهمی در ایجاد ساختمان‌هایی پایدار و هماهنگ با محیط‌زیست ایفا می‌کنند. اصل اول، حفاظت از انرژی است که بر کاهش مصرف انرژی و بهره‌وری بهینه از منابع انرژی تأکید دارد. اصل دوم به کار با اقلیم اشاره دارد و طراحی ساختمان‌ها را به‌گونه‌ای در نظر می‌گیرد که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار باشند. اصل سوم بر کاهش استفاده از منابع جدید تمرکز می‌کند و استفاده مجدد یا بازیافت مصالح را به‌عنوان بخشی از طراحی برجسته می‌کند. اصل چهارم احترام به کاربران را مطرح

می‌کند، یعنی توجه به نیازها و آسایش افراد در فضای ساخته‌شده می‌باشد. نهایتاً اصل پنجم احترام به سایت است و بر حفظ ویژگی‌ها و یکپارچگی طبیعی زمین مورد ساخت‌وساز تأکید دارد (Gholizade et al, 2022).

معماری سبز در ساختمان شامل مجموعه‌ای از شاخصه‌ها و عوامل است که به پایداری و حفاظت از محیط‌زیست کمک می‌کند (Bungau et al, 2022). یکی از اصلی‌ترین این عوامل استفاده از مصالح پایدار و غیرسمی است. مصالحی مانند چوب محلی، مواد بازیافتی و جایگزین‌های سیمان پایدار که از منابع تجدیدپذیر حاصل شده‌اند، به کاهش تأثیرات محیطی کمک می‌کنند. دومین مورد، کاهش مصرف انرژی و ارتقای بهره‌وری انرژی است که از طریق به‌کارگیری منابع جایگزین نظیر پنل‌های خورشیدی، سیستم‌های کم‌مصرف روشنایی، طراحی بهینه برای نور طبیعی و تهویه مناسب حاصل می‌شود (Masood et al, 2017). زنده نگه‌داشتن محیط‌زیست پیرامونی نیز از دیگر اصول معماری سبز است (Bungau et al, 2022). طراحی‌های سازگار با اکوسیستم، سقف‌های سبز و استفاده از فضای سبز در داخل و اطراف ساختمان نمونه‌هایی از این رویکرد هستند. همچنین مدیریت مصرف آب با بهره‌گیری از سیستم‌های جمع‌آوری آب باران و استفاده مجدد از آب خاکستری نقش موثری در کاهش مصرف منابع آب طبیعی ایفا می‌کند. علاوه بر این، کاهش تولید زباله و تسهیل بازیافت مواد در فرآیند ساخت و بهره‌برداری از ساختمان، اهداف معماری سبز را حمایت می‌کند (Šijaković & Perić, 2014). توجه به سلامت و رفاه ساکنان نیز یکی از جنبه‌های کلیدی است. معماری سبز با فراهم کردن محیطی سالم همراه با کیفیت هوای مناسب، نور طبیعی کافی و مصالح ایمن، کیفیت زندگی افراد را ارتقا می‌دهد (Iwuanyanwu et al, 2024). همچنین انتخاب مکان مناسب برای ساختمان، مانند نزدیکی به حمل‌ونقل عمومی و خدمات شهری، می‌تواند نیاز به استفاده از خودرو را کاهش داده و اثرات آلاینده‌ها را به حداقل برساند.

یکی از جنبه‌های مهم معماری سبز، تمرکز بر افزایش بهره‌وری انرژی است (Yuan et al, 2017). معماران با استفاده از فناوری‌های پیشرفته‌ای نظیر پنل‌های خورشیدی، لوازم خانگی کم‌مصرف و سیستم‌های کنترل هوشمند، قادر به کاهش مصرف انرژی ساختمان‌ها به میزان قابل‌توجهی هستند. این اقدامات علاوه بر کاهش هزینه‌های مربوط به انرژی، تأثیری مستقیم بر کاهش ردپای کربنی ساختمان‌ها دارد و آن‌ها را به گزینه‌ای سازگارتر با طبیعت تبدیل می‌کند. از دیگر ابعاد مهم این نوع معماری، بهبود کیفیت محیط داخلی ساختمان‌ها است (Oh et al, 2023; Patnaik et al, 2017; Abbaszadeh et al, 2006, Esfandiari et al, 2017). استفاده از طراحی‌های مناسب برای تأمین روشنایی طبیعی، بهره‌گیری از سیستم‌های تهویه هوشمند و به‌کارگیری مصالح غیرسمی می‌تواند بهبود چشمگیری در کیفیت هوای داخل ساختمان‌ها ایجاد کند. این نوع طراحی باعث شده است تا فضاهایی ایجاد شود که سلامت جسمی و ذهنی ساکنان را ارتقا بخشیده و بر جنبه‌هایی مانند بهره‌وری و رضایت کلی افراد تأثیر مثبت بگذارد. به‌طورکلی، رویکردهای معماری سبز نه‌تنها محدود به ارتقای جنبه‌های زیست‌محیطی هستند، بلکه هدفی جامع‌تر برای خلق محیط‌هایی سالم‌تر، کارآمدتر و پایدارتر دنبال می‌کنند. نقش معماران در این میان بسیار حائز اهمیت است، چراکه با ادغام اصول ساختمان سبز در طراحی‌های خود می‌توانند سازه‌هایی ایجاد کنند که نه‌تنها پاسخگوی نیازهای نسل حاضر باشد، بلکه شرایط مناسب‌تری برای زندگی نسل‌های آینده نیز فراهم آورد.

۳.۲. معماری سبز و معماری سنتی ایران

معماری سبز، همواره یکی از ارکان هویت فرهنگی و طراحی مساجد سنتی ایران بوده است (Mohammadabadi & Ghoreshi, 2011). این رویکرد نشان‌دهنده تعامل و هم‌زیستی انسان با طبیعت است و احترام به منابع طبیعی را در فرآیند ساخت‌وساز برجسته می‌کند. مساجد سنتی ایران با بهره‌گیری از اصول بومی و عناصر طبیعی نظیر خاک، آب، باد و نور، طوری طراحی شده‌اند که علاوه بر عملکرد مطلوب، اثرات مثبتی بر محیط‌زیست اطراف داشته باشند .یکی از ویژگی‌های کلیدی این معماری، انتخاب مصالح ساختمانی مناسب بود .اغلب از مواد طبیعی همچون خشت، آجر و گچ استفاده می‌شد که نه‌تنها در دسترس بودند، بلکه سازگار با محیط‌زیست نیز محسوب می‌شدند (Zolfaghari Tehrani et al, 2024). این نوع مصالح، عاملی برای حفظ خنکی طبیعی در بناها بودند و نیاز به منابع انرژی برای تهویه را کاهش می‌دادند .همچنین ساختار دیوارها و سقف‌ها به‌گونه‌ای طراحی می‌شد که به‌عنوان عایق حرارتی عمل کرده و دمای داخلی را در سطح مطلوب نگه دارد .فراتر از مصالح ساختمانی، شیوه طراحی بنا نیز بر این سازگاری تأکید داشت. برای نمونه، حیاط مرکزی در مساجد ایرانی نه‌تنها فضایی آرامش‌بخش برای عبادت فراهم می‌آورد، بلکه با مدیریت جریان هوا و کاهش گرمای محیط اثرات مثبت محیطی داشت (Soltanzadeh, 2015). این فضاهای باز که عموماً با باغچه‌ها و آب‌نماها تکمیل می‌شدند، نه‌تنها جذابیت بصری داشتند بلکه با افزودن رطوبت به هوا، محیط را خنک‌تر می‌کردند .نورپردازی نیز یکی دیگر از عناصر مهم در معماری سبز مساجد سنتی بود .طراحان با استفاده از پنجره‌ها، روزنه‌ها و شیشه‌های رنگی هنرمندانه از ورود مستقیم نور خورشید جلوگیری کرده و درعین‌حال روشنایی ملایم و کافی برای فضای داخلی ایجاد می‌کردند (Hoomani Rad et al, 2018). این روش علاوه بر کاهش مصرف انرژی، فضایی روح‌بخش و مناسب برای عبادت پدید می‌آورد .به‌طورکلی، معماری سبز در مساجد سنتی ایران علاوه بر مدیریت بهینه منابع طبیعی، نمایانگر پیوند عمیق با

محیطزیست و ارزش‌های فرهنگی و اسلامی بود. این اصول هنوز هم در طراحی معماری مدرن الهام‌بخش بوده و می‌توان از آن‌ها به‌عنوان الگویی ارزشمند برای ساخت بناهای سبز در آینده بهره برد.

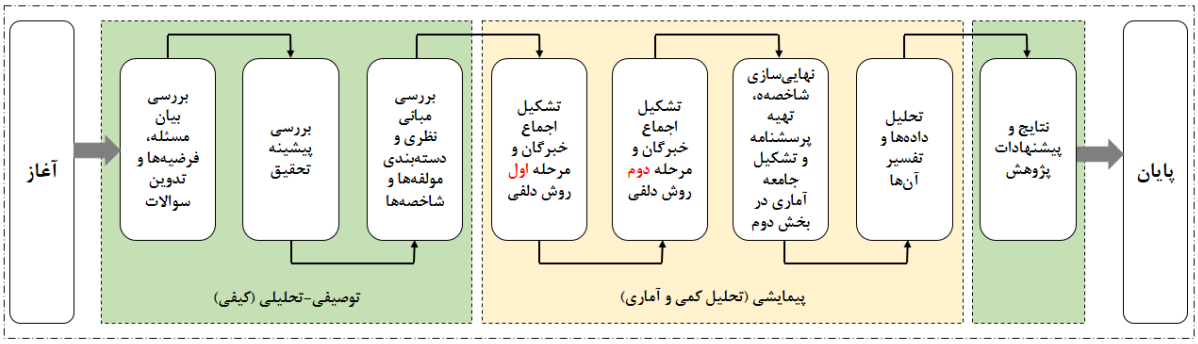
۴.۲. معماری مساجد سنتی

ویژگی‌های معماری سبز در مساجد تاریخی و سنتی بیانگر ادغامی عمیق از اصول پایداری زیست‌محیطی است که قرن‌ها در معماری اسلامی ریشه داشته است. این مساجد با طراحی‌های تطبیقی خود، استفاده از مواد طبیعی، بهینه‌سازی انرژی و انطباق با شرایط آب‌وهوایی را در اولویت قرار داده‌اند. در این ساختارها از مصالح محلی بهره گرفته می‌شود که نه‌تنها انرژی تجسمی را کاهش می‌دهد، بلکه ردپای کربن را نیز کمتر می‌کند (Sari et al, 2023). طرح‌های ساختاری نقش مهمی در افزایش انعطاف‌پذیری در برابر بلایای طبیعی دارند. این طرح‌ها به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که مقاومت سازه‌ها را در برابر نیروهای مخرب زمین‌لرزه بهبود بخشند و از آسیب‌های جدی جلوگیری کنند. (همان). تهویه طبیعی و روشنایی از دیگر ویژگی‌های بارز این مساجد است که با ایجاد جریان هوا و استفاده از نور روز، نیاز به سیستم‌های خنک‌کننده و روشنایی مصنوعی را کاهش می‌دهد. وجود دهانه‌ها و حیاط‌های وسیع باعث بهبود تهویه و حفظ راحتی حرارتی بدون مصرف زیاد انرژی شده است (Aini et al, 2024). این طراحی‌ها همچنین نشان‌دهنده پایداری فرهنگی هستند که با آموزه‌های اسلامی مبنی بر هماهنگی با طبیعت همسو شده‌اند. تکنیک‌هایی همچون برداشت آب باران نیز در این مساجد به کار گرفته شده‌اند تا بهره‌وری منابع آب افزایش یابد (Ismail & Rashid, 2023). هرچند مساجد سنتی مثال‌هایی برجسته از معماری پایدار هستند، تغییرات مدرن گاه به استفاده از سیستم‌های خنک‌کننده فعال اولویت می‌دهند که منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود. این امر پرسش‌هایی را در مورد چگونگی ایجاد تعادل میان نیازهای روزمره و اصول تاریخی پایداری مطرح کرده است (همان).

معماری سبز در مساجد تاریخی و سنتی بر بهره‌وری انرژی، استفاده از مصالح محلی، سازگاری با اقلیم، کاهش تأثیرات زیست‌محیطی و به‌کارگیری تکنیک‌های ساخت پایدار تأکید دارد. این ویژگی‌ها با کاهش ضایعات، افزایش دوام و هماهنگی با محیط طبیعی، نمونه‌هایی همچون مسجد بحری را به نمایش می‌گذارد (Akyildiz & Olğun, 2020). مساجد تاریخی و سنتی با بهره‌گیری از ویژگی‌های معماری سبز، به‌خوبی نشان‌دهنده‌ی بهره‌وری انرژی و هماهنگی با محیطزیست هستند. این بناها با استفاده از تهویه طبیعی، عایق حرارتی حاصل از به‌کارگیری مصالح محلی و طراحی‌هایی که بهینه‌سازی نور و سایه طبیعی را مدنظر قرار می‌دهند، توانسته‌اند الگویی از سازگاری با طبیعت را ارائه دهند. علاوه بر این، این رویکردها اصول اسلامی پایداری و حفاظت از منابع را بازتاب می‌دهند، چراکه حفظ منابع طبیعی و احترام به محیطزیست همواره در فرهنگ و باورهای اسلامی جایگاه ویژه‌ای داشته است (Ali et al, 2015).

۳. مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب دو بخش اصلی طراحی و اجرا شده است که هر یک به یکی از جنبه‌های کلیدی تحقیق اختصاص دارند و باهدف بررسی معماری سبز در طراحی و ساخت مساجد صورت گرفته‌اند .در بخش اول، بر شناسایی و تعریف شاخصه‌های اصلی مرتبط با معماری سبز تمرکز شده است؛ شاخصه‌هایی که نقشی محوری در طراحی مساجد ایفا می‌کنند .در بخش دوم، میزان انطباق این شاخص‌ها با نمونه‌های معماری جدید در مقایسه با دوران گذشته مورد ارزیابی قرار گرفته است تا بتوان یک چارچوب تحلیلی دقیق از وضعیت فعلی ارائه داد. مساجد مور دمطالعه این پژوهش در بخش سنتی شامل (جامع اصفهان، شیخ لطف‌الله و جامع یزد و نصیرالملک و وکیل شیراز) و مساجد جدید شامل (ولی‌عصر (عج) و الغدیر و دانشگاه تهران، صاحب‌الزمان (عج) یاسوج، امام حسن عسکری (ع) قم) هستند. در گام نخست این پژوهش، برای انتخاب و اعتبارسنجی مهم‌ترین شاخص‌های مرتبط، از شیوه دلفی که یکی از روش‌های علمی معتبر برای دستیابی به اجماع نظر در بین متخصصان است، استفاده شد .به این منظور، یک گروه تخصصی متشکل از ۹ نفر از خبرگان حوزه معماری پایدار انتخاب گردید. این افراد شامل ۵ استادیار، ۳ دانشیار و ۱ استاد تمام بودند که از سوابق علمی و عملی بالایی در این حوزه برخوردار بودند. در مرحله‌ی ابتدایی اجرای این روش، مجموعاً ۴۰ شاخص پیشنهادی جمع‌آوری و جهت اولویت‌بندی به گروه متخصصان ارائه شد .با تحلیل داده‌ها و فرایند غربال‌گری، تعداد شاخص‌ها به ۲۷ مورد اصلی کاهش یافت که به‌عنوان شاخص‌های کلیدی تحقیق مورد تأیید قرار گرفتند . در مرحله‌ی دوم، یک پرسشنامه محقق‌ساخته بر پایه‌ی ۲۷ شاخص منتخب طراحی گردید. این پرسشنامه برای جامعه آماری پژوهش شامل ۳۰۰ نفر از مهندسان معمار فعال در حوزه معماری تنظیم و از طریق ابزارهای ارتباطی دیجیتال نظیر پیام‌رسان‌ها و ایمیل ارسال گردید. درنهایت، تعداد ۱۳۸ پرسشنامه تکمیل‌شده بازگردانده شد که پس از بررسی کیفی و حذف موارد ناقص، ۱۲۶ پرسشنامه معتبر برای تجزیه‌وتحلیل آماری مورد بهره‌برداری قرار گرفت .روش تحقیق حاضر ترکیبی از مطالعات کتابخانه‌ای و پیمایش کمی بوده و ابزار گردآوری داده‌ها عمدتاً پرسشنامه‌ای هدفمند بوده است. جامعه آماری نیز به‌صورت هدفمند از میان متخصصان واجد شرایط انتخاب شد تا داده‌های گردآوری‌شده بیشترین سطح اعتبار و دقت را داشته باشند. نتایج این پژوهش با رویکردی اکتشافی ارائه‌شده و با توجه به ماهیت آن، در دسته‌ی تحقیقات بنیادی قرار می‌گیرد که می‌تواند راهگشای پژوهش‌های آینده در حوزه معماری سبز باشد. شکل (۱)



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

۱.۳. ابزار و روش گردآوری داده‌ها

در این پژوهش، ابزار جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه‌ای بوده است که به دو روش آنلاین و حضوری در میان مهندسان معمار توزیع شده است. این پرسشنامه‌ها در چهار شهر تهران، اصفهان، شیراز و یاسوج ارائه گردیده و فرآیند جمع‌آوری داده‌ها طی دوره زمانی فروردین تا آبان ماه سال ۱۴۰۳ صورت گرفته است. تلاش شده تا با استفاده از این روش ترکیبی، اطلاعاتی جامع و متنوع از جامعه هدف به دست آید.

۴. یافته‌ها

۱.۴. مشخصات جامعه آماری

در مرحله نخست، ۹ متخصص با توجه به مرتبه علمی تعریف‌شده انتخاب و موردبررسی قرار گرفتند. در ادامه، در بخش دوم پژوهش، جامعه آماری شامل ۱۲۶ مهندس فعال بود که بر اساس دامنه‌های سنی و میزان سابقه کاری مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد افراد در گروه سنی ۳۷ تا ۴۹ سال قرار دارند و سطح تحصیلات غالب در این جامعه آماری، مدرک کارشناسی است. ازنظر سابقه کاری نیز، بیشترین تجمع در بازه زمانی ۴ تا ۷ سال مشاهده شد که بیانگر روند مشخصی در این حوزه است. جدول (۱)

جدول ۱: ویژگی‌هاُی توصیفی جامعه آماری پژوهش

ویژگی	مقادیر (بخش متخصصین – ۹ نفر)	مقادیر (بخش مهندسان معماری – ۱۲۶ نفر)
تعداد	۹نفر	۱۲۶نفر
مرتبه علمی / مدرک	۵استادیار (۵۵.۶٪) ۳دانشیار (۳۳.۳٪) ۱استاد تمام (۱۱.۱٪)	۸۵کارشناسی معماری (۶۷.۵٪) ۴۱کارشناسی ارشد معماری (۳۲.۵٪)
رده سنی (سال)	میانگین ۴۵ سال (دامنه: ۳۵–۶۰)	۳۶–۲۹سال: ۲۸ نفر (۲۲.۲٪) ۴۹–۳۷سال: ۷۲ نفر (۵۷.۱٪) ۶۷–۵۰سال: ۲۶ نفر (۲۰.۷٪)
حوزه فعالیت	معماری پایدار	مهندسی ساختمان و طراحی معماری
سابقه کاری در حوزه مهندسی ساختمان و طراحی (سال)	میانگین ۱۲ سال (دامنه: ۶–۲۵)	۳–۲سال: ۱۴ نفر (۱۱.۱٪) ۷–۴سال: ۶۸ نفر (۵۴٪) ۱۸–۸سال: ۴۴ نفر (۳۴.۹٪)

۲.۴. پایایی و روایی پرسشنامه

در تحلیل کفایت نمونه‌برداری، مقدار KMO برابر با ۰.۷۹ است که نشان‌دهنده کفایت خوب نمونه‌برداری می‌باشد. همچنین آزمون Bartlett با سطح معناداری کمتر از ۰.۰۰۱ نشان می‌دهد که همبستگی‌ها برای انجام تحلیل عاملی مناسب هستند؛ بنابراین، داده‌ها ازنظر روایی برای تحلیل عاملی مطلوب ارزیابی می‌شوند. در بخش تفسیر پایایی، مقدار آلفای کرونباخ کل برابر با ۰.۸۸ است که از حداقل معیار پایایی ۰.۷ بالاتر بوده و بیانگر هماهنگی درونی بالا میان شاخص‌های پرسشنامه ۲۷ گویه‌ای است. به همین دلیل می‌توان به نتایج حاصل از پرسشنامه اعتماد کرد. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد حذف هیچ‌یک از شاخص‌ها باعث بهبود قابل‌توجه مقدار آلفا نخواهد شد؛ بنابراین، تمامی گویه‌ها مناسب بوده و نیازی به حذف یا اصلاح آن‌ها وجود ندارد.

۳.۴. بررسی و رتبه‌بندی شاخصه‌ها به روش دلفی

مطابق با جدول (۲) تحلیل مرحله اول شامل چندین بخش اصلی است. در ابتدا به اهمیت شاخصه‌ها بر اساس میانگین پرداخته‌شده است. شاخص‌هایی که میانگین بالاتری دارند، اهمیت بیشتری از نگاه متخصصان داشته‌اند .برای مثال، کاهش مصرف انرژی (۴.۸۹)، انرژی‌های تجدیدپذیر (۴.۷۸)، دوام و طول عمر سازه (۴.۷۸)، استفاده از نور طبیعی (۴.۵۶)، طراحی اقلیمی (۴.۵۶) و کیفیت هوای داخلی (۴.۵۶) در میان شاخص‌های برجسته قرار دارند که نشان‌دهنده توجه جدی به بهره‌وری انرژی و مسائل زیست‌محیطی است .در بخش دوم، میزان اجماع بررسی‌شده است که معیارهای پراکندگی نظرات شامل انحراف معیار و ضریب تغییرات می‌باشد. شاخص کاهش مصرف انرژی با ضریب تغییرات کم (۰.۰۷) گویای اجماع بالای متخصصان در این حوزه بوده است؛ اما در مقابل، شاخص‌هایی نظیر طراحی بر اساس اصول تقارن و نظم و استفاده از سقف‌های قوسی (CV=0.22) اختلاف‌نظر بیشتری بین کارشناسان داشته‌اند، به این معنا که دیدگاه همه خبرگان نسبت به این موارد کاملاً یکسان نبوده است .در بخش سوم به شاخص‌هایی پرداخته‌شده که با میانگین کمتر از ۳.۵ و ضریب تغییرات بالا نمایش داده شده‌اند. این موارد شامل طراحی بر اساس اصول تقارن و نظم، استفاده از سقف‌های قوسی و بازتاب مفاهیم فرهنگی و دینی می‌شود که نشان‌دهنده اهمیت کمتر یا عدم توافق میان متخصصان است .درنهایت، 27شاخصه بر اساس میانگین بالاتر و ضریب تغییرات کمتر انتخاب شده‌اند .این شاخص‌ها در جدول دارای میانگین مناسب و اجماع خوبی هستند و قرار است در مرحله دوم برای رتبه‌بندی نهایی مورد ارزیابی قرار گیرند.

جدول ۲. امتیازهای ۹ متخصص به ۴۰ شاخصه معماری سبز در مساجد (مرحله اول دلفی)

ردیف	شاخصه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات(CV)
۱	استفاده از نور طبیعی	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۴.۵۶	۰.۵۳	۰.۱۲
۲	اصل کل‌گرایی	۴	۴	۴	۳	۴	۵	۴	۴	۳	۳.۸۹	۰.۶۷	۰.۱۷
۳	مصالح بومی و طبیعی	۵	۵	۴	۴	۵	۴	۵	۴	۴	۴.۴۴	۰.۵۳	۰.۱۲
۴	طراحی اقلیمی	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۴.۵۶	۰.۵۳	۰.۱۲
۵	کاهش مصرف انرژی	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۴.۸۹	۰.۳۳	۰.۰۷
۶	بهره‌برداری از آب باران	۴	۴	۴	۳	۴	۳	۴	۴	۳	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴
۷	انرژی‌های تجدیدپذیر	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۴.۷۸	۰.۴۴	۰.۰۹
۸	بازیافت مصالح	۳	۳	۴	۳	۴	۳	۳	۴	۳	۳.۳۳	۰.۴۹	۰.۱۵
۹	دوام و طول عمر سازه	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۴.۷۸	۰.۴۴	۰.۰۹
۱۰	فضای سبز و طبیعت در طراحی	۴	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۵	۴	۴.۲۲	۰.۴۴	۰.۱۰
۱۱	انعطاف‌پذیری فضایی	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۴	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲
۱۲	هماهنگی با بافت اطراف	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۳	۴	۳	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴
۱۳	دسترسی‌پذیری	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۳	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴
۱۴	کیفیت هوای داخلی	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۴	۴.۵۶	۰.۵۳	۰.۱۲
۱۵	بازتاب مفاهیم فرهنگی و دینی	۳	۳	۴	۳	۴	۳	۳	۴	۳	۳.۳۳	۰.۴۹	۰.۱۵
۱۶	هزینه نگهداری پایین	۴	۴	۴	۳	۴	۳	۴	۴	۳	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴
۱۷	استفاده چندمنظوره از فضاها	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳.۸۹	۰.۳۳	۰.۰۸
۱۸	خودبسندگی محیطی	۴	۳	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۳	۳.۵۶	۰.۵۰	۰.۱۴
۱۹	عایق صوتی	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۴	۳	۳.۱۱	۰.۳۵	۰.۱۱
۲۰	ایجاد حس تعلق و آرامش	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۳	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲
۲۱	مقیاس بزرگ فضاها	۳	۳	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳.۱۱	۰.۳۰	۰.۱۰
۲۲	استفاده بهینه از زمین	۴	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۴	۴.۱۱	۰.۳۳	۰.۰۸
۲۳	تراکم ساختمانی مناسب	۳	۴	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳.۳۳	۰.۵۰	۰.۱۵
۲۴	ایجاد سایه طبیعی	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۳.۸۹	۰.۳۳	۰.۰۸
۲۵	کنترل تابش مستقیم خورشید	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۲۶	جلوگیری از آلودگی نوری	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۲۷	طراحی برای بهره‌وری فصلی	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۳	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴

۲۸	صرفه‌جویی در آب وضو	۳	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳.۱۱	۰.۳۰	۰.۱۰
۲۹	استفاده از رنگ‌های طبیعی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۳۰	مصالح سبک و مقاوم	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۳۱	جذب حرارت در زمستان	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۳	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴
۳۲	دفع گرما در تابستان	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۳۳	استفاده از سقف‌های قوسی	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۲.۴۴	۰.۵۳	۰.۲۲
۳۴	اتصال با طبیعت	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۴	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲
۳۵	حفظ انسجام تاریخی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۳۶	توجه به منابع محلی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۳۷	مشارکت‌پذیری در طراحی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۳۸	مدیریت روان آب‌های سطحی	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۳	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴
۳۹	قابلیت تعمیر و نگهداری آسان	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
۴۰	طراحی بر اساس اصول تقارن و نظم	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۲.۴۴	۰.۵۳	۰.۲۲

مطابق با جدول (۳) در مرحله دوم، چند جنبه اساسی موردبررسی قرار گرفت تا بر اساس نظر متخصصان، اهمیت شاخصه‌های مختلف ارزیابی شود. نخستین بخش مربوط به رتبه‌بندی شاخصه‌ها بر اساس میانگین بود که نتایج حاکی از آن است که کاهش مصرف انرژی با نمره ۵.۰۰، به‌عنوان مهم‌ترین شاخصه انتخاب شد؛ این امر بیانگر وجود توافق کامل میان متخصصان درباره اهمیت این موضوع است. پس‌ازآن، شاخصه‌هایی مانند طراحی اقلیمی و استفاده از نور طبیعی، هر دو با نمره ۴.۶۷، در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. این رتبه‌بندی بیانگر اولویت بالای شاخصه‌هایی مرتبط با بهینه‌سازی مصرف انرژی و هماهنگی با شرایط اقلیمی در نگاه متخصصان است.

در ادامه به اجماع و پراکندگی نظرات پرداخته شد. بررسی‌ها نشان داد که برخی شاخصه‌ها نظیر کاهش مصرف انرژی، قابلیت تعمیر و نگهداری آسان و دفع گرما در تابستان دارای ضریب تغییرات صفر یا بسیار اندک هستند؛ این امر نشان‌دهنده اجماع قوی میان کارشناسان پیرامون این موارد است؛ اما در مقابل، شاخصه‌هایی مانند حفظ میراث فرهنگی و معنوی و تراکم ساختمانی مناسب، با ضریب تغییرات ۰.۱۵، بیانگر وجود اختلاف‌نظر بیشتری میان متخصصان است. در بخش دیگری از تحلیل، شاخصه‌هایی بااهمیت متوسط یا کم‌تر بررسی شدند. نتایج نشان داد که معیارهایی نظیر کاهش آلودگی صوتی با میانگین ۳.۲۲ و تراکم ساختمانی مناسب با میانگین ۳.۳۳، در رتبه‌های پایین‌تری قرار دارند. این امر می‌تواند بیانگر اهمیت کمتر این معیارها یا تنوع دیدگاه‌ها در رابطه با آن‌ها باشد. به‌طورکلی، مرحله دوم روش دلفی به‌خوبی توانسته است شاخصه‌های دارای اولویت را شناسایی و رتبه‌بندی کند. این رتبه‌بندی اکنون بستری مناسب برای اتخاذ تصمیمات مرتبط با طراحی معماری سبز، سیاست‌گذاری‌های کلان و تدوین معیارهای اجرایی فراهم می‌آورد و می‌تواند تأثیر بسزایی در بهبود کیفیت محیط‌های ساخته‌شده داشته باشد.

جدول ۳. گزارش مرحله دوم روش دلفی - ارزیابی و رتبه‌بندی نهایی ۲۷ شاخصه معماری سبز در مساجد

ردیف	شاخصه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات(CV)	رتبه
۵	کاهش مصرف انرژی	۵.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	**۱**
۴	طراحی اقلیمی	۴.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۱	**۲**
۱	استفاده از نور طبیعی	۴.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۱	**۳**
۷	استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر	۴.۸۹	۰.۳۳	۰.۰۷	**۴**
۳	استفاده از مصالح بومی و طبیعی	۴.۵۶	۰.۵۳	۰.۱۲	**۵**
۹	پایداری سازه‌ای	۴.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۱	**۶**
۱۴	ارتقاء کیفیت هوای داخلی	۴.۶۷	۰.۵۳	۰.۱۱	**۷**
۲۵	استفاده بهینه از زمین	۴.۱۱	۰.۳۳	۰.۰۸	**۸**
۱۰	حفظ و تقویت فضای سبز	۴.۱۱	۰.۳۳	۰.۰۸	**۹**
۲۴	دفع گرما در تابستان	۴.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	**۱۰**
۲۱	قابلیت تعمیر و نگهداری آسان	۴.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	**۱۱**
۲۲	اتصال با طبیعت	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲	**۱۲**

۱۷	استفاده چندمنظوره از فضاها	۳.۸۹	۰.۳۳	۰.۰۸	**۱۳**
۲۷	ایجاد سایه طبیعی	۳.۸۹	۰.۳۳	۰.۰۸	**۱۳**
۲	اصل کل‌گرایی	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲	**۱۴**
۸	کاهش تولید پسماند	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲	**۱۵**
۱۱	احترام به کاربران	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲	**۱۶**
۱۲	سازگاری با بافت شهری	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲	**۱۷**
۲۰	ارتقاء حس تعلق و آرامش محیطی	۳.۷۸	۰.۴۴	۰.۱۲	**۱۸**
۶	بهره‌وری از آب	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴	**۱۹**
۱۳	طراحی برای دسترسی همگانی	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴	**۲۰**
۱۶	صرفه‌جویی در هزینه‌های نگهداری	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴	**۲۱**
۲۳	جذب حرارت در زمستان	۳.۶۷	۰.۵۰	۰.۱۴	**۲۲**
۱۸	خودبسندگی محیطی	۳.۵۶	۰.۵۰	۰.۱۴	**۲۳**
۱۵	حفظ میراث فرهنگی و معنوی	۳.۴۴	۰.۵۰	۰.۱۵	**۲۴**
۱۹	کاهش آلودگی صوتی	۳.۲۲	۰.۴۴	۰.۱۴	**۲۵**
۲۶	تراکم ساختمانی مناسب	۳.۳۳	۰.۵۰	۰.۱۵	**۲۶**

در مرحله دوم روش دلفی، از میان ۴۰ شاخص اولیه، ۲۷ شاخص کلیدی به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای مرتبط با معماری سبز در مساجد انتخاب و اولویت‌بندی شد. این دستاورد امکان ارائه یک راهنمای عملی را فراهم می‌کند که می‌تواند توسط معماران، برنامه‌ریزان شهری و سیاست‌گذاران برای ارتقای شاخص‌های معماری سبز در معماری مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

۴.۴. استخراج چهار عامل اصلی از ۲۷ شاخصه (تحلیل عاملی اکتشافی)

جهت تعریف ۲۷ شاخص به چند عامل اصلی از تحلیل عاملی اکتشافی بهره گرفته شد. بر اساس جدول (۴)؛ در تحلیل عاملی انجام‌شده، چهار عامل اصلی استخراج شده‌اند که درمجموع ۶۸ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کنند. این عوامل شامل ۲۷ شاخص بوده که در چهار گروه اصلی دسته‌بندی شدند: **عامل اول** مرتبط با طراحی و انرژی است. این عامل بر مواردی نظیر کاهش مصرف انرژی، طراحی اقلیمی، بهره‌گیری از نور طبیعی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، ایجاد سایه طبیعی، اصل کل‌گرایی، جذب حرارت زمستان و دیگر عوامل مشابه تمرکز دارد. این گروه نشان‌دهنده رویکردی در صرفه‌جویی انرژی و طراحی اقلیمی در معماری مسجد محسوب می‌شود. **عامل دوم** به کیفیت محیطی مربوط است و بر موضوعاتی نظیر کیفیت هوای داخلی، فضای سبز، اتصال با طبیعت و کاهش آلودگی صوتی تأکید دارد. این عامل به‌دنبال تأمین آسایش حسی و ایجاد محیطی سالم برای استفاده‌کنندگان است. **عامل سوم** به مدیریت و پایداری اختصاص دارد. در این گروه، عواملی مانند پایداری سازه‌ای، استفاده بهینه از زمین، احترام به کاربران، مدیریت پسماند و بهره‌وری در مصرف آب موردتوجه قرار گرفته‌اند. این عامل نمایانگر مدیریت بهینه منابع و دوام کالبدی مسجد است. **عامل چهارم** به بافت و فرهنگ اشاره دارد. ازجمله شاخص‌های این عامل می‌توان به سازگاری با بافت شهری، تقویت حس تعلق محیطی و تداوم میراث فرهنگی و معنوی اشاره کرد. این گروه بیشتر به پیوند مسجد با فرهنگ و بافت شهری تأکید دارد. این چهار عامل اصلی به‌طورکلی جنبه‌های مختلف پایداری، تناسب اقلیمی و ارتباط با محیط پیرامونی در طراحی مسجد را پوشش می‌دهند.

جدول۴. بار عاملی پس از چرخش

شاخص	عامل ۱ (طراحی و انرژی)	عامل ۲ (کیفیت محیطی)	عامل ۳ (مدیریت و پایداری)	عامل ۴ (بافت و فرهنگ)
کاهش مصرف انرژی	۰.۷۸	۰.۲۲	۰.۱۰	۰.۰۵
طراحی اقلیمی	۰.۷۴	۰.۱۸	۰.۱۲	۰.۰۶
نور طبیعی	۰.۷۱	۰.۲۷	۰.۰۸	۰.۱۰
انرژی‌های تجدیدپذیر	۰.۶۸	۰.۲۵	۰.۱۴	۰.۰۹
مصالح بومی	۰.۶۶	۰.۲۰	۰.۲۲	۰.۱۳
پایداری سازه‌ای	۰.۳۰	۰.۱۲	۰.۷۴	۰.۲۱

کیفیت هوای داخلی	۰.۲۲	۰.۷۶	۰.۱۵	۰.۱۰
استفاده بهینه از زمین	۰.۳۲	۰.۱۸	۰.۷۰	۰.۲۴
فضای سبز	۰.۲۸	۰.۷۳	۰.۱۹	۰.۱۸
دفع گرما	۰.۶۴	۰.۲۱	۰.۱۶	۰.۱۴
تعمیر و نگهداری آسان	۰.۲۰	۰.۱۶	۰.۷۱	۰.۲۷
اتصال با طبیعت	۰.۱۸	۰.۷۵	۰.۱۴	۰.۲۰
چندمنظوره بودن فضاها	۰.۲۴	۰.۲۶	۰.۶۷	۰.۱۹
سایه طبیعی	۰.۶۱	۰.۲۴	۰.۱۳	۰.۲۲
اصل کل‌گرایی	۰.۶۵	۰.۳۰	۰.۱۸	۰.۱۰
کاهش پسماند	۰.۱۴	۰.۱۰	۰.۷۲	۰.۳۰
احترام به کاربران	۰.۲۲	۰.۲۵	۰.۶۹	۰.۱۸
سازگاری با بافت شهری	۰.۱۸	۰.۲۱	۰.۱۶	۰.۷۲
حس تعلق محیطی	۰.۱۴	۰.۱۹	۰.۱۸	۰.۷۶
بهره‌وری آب	۰.۲۸	۰.۲۰	۰.۶۸	۰.۲۲
دسترسی همگانی	۰.۲۱	۰.۱۷	۰.۶۴	۰.۳۰
هزینه نگهداری	۰.۱۶	۰.۱۵	۰.۷۰	۰.۲۴
جذب حرارت زمستان	۰.۶۶	۰.۲۳	۰.۱۸	۰.۱۲
خودبسندگی	۰.۲۶	۰.۱۸	۰.۷۳	۰.۲۸
میراث فرهنگی	۰.۱۰	۰.۱۳	۰.۲۱	۰.۸۰
کاهش صوت	۰.۲۲	۰.۷۴	۰.۱۶	۰.۱۹
تراکم مناسب	۰.۲۴	۰.۲۰	۰.۶۸	۰.۲۸

۵.۴. بررسی میزان انطباق شاخصه‌ها با معماری جدید نسبت به گذشته (آزمون t تک‌نمونه‌ای)

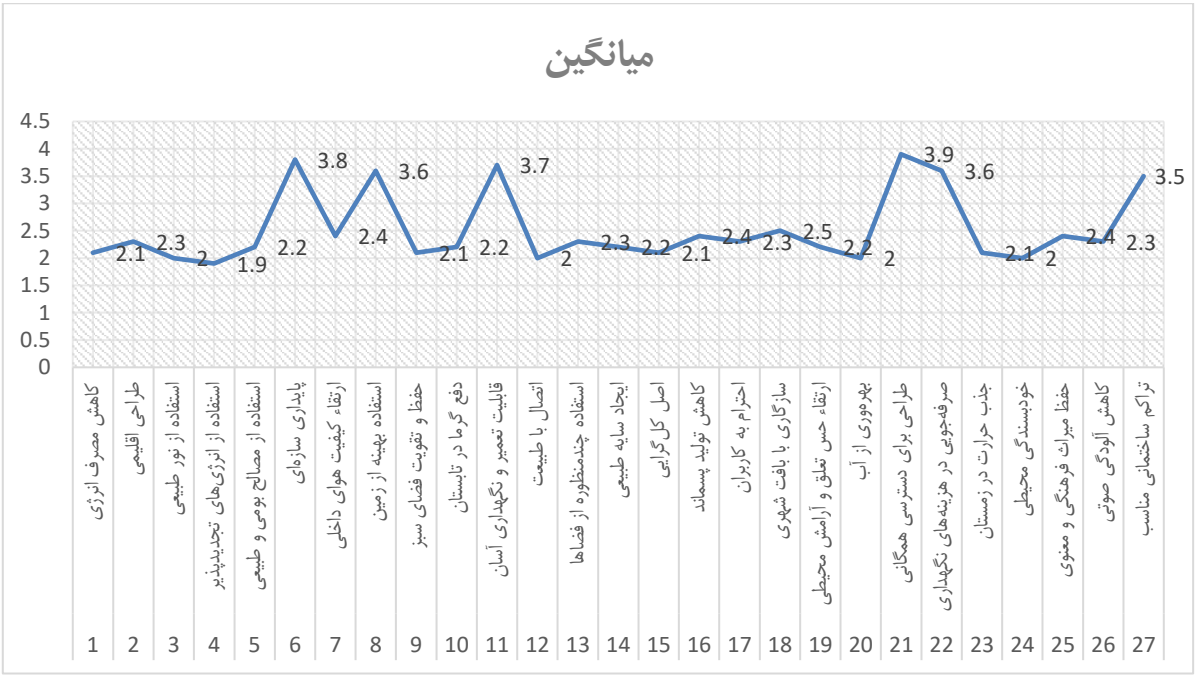
مطابق با جدول (۵)؛ برای ارزیابی میزان تطابق شاخصه‌های معماری سبز در مساجد جدید نسبت به معماری گذشته، از آزمون t تک‌نمونه‌ای بهره گرفته شد که طی آن امتیازات به‌دست‌آمده با مقدار معیار، یعنی عدد ۳ بر اساس طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای، مورد مقایسه قرار گرفت. این تحلیل آماری نشان داد که از میان شاخصه‌های بررسی‌شده، تعداد ۲۱ مورد ازجمله کاهش مصرف انرژی با مقدار آماری t برابر با ۱۳.۰ –و سطح معناداری p کمتر از ۰.۰۰۱، طراحی اقلیمی با مقدار آماری t معادل ۸.۸– و سطح معناداری مشابه و سایر شاخصه‌ها، به‌طور قابل‌توجهی پایین‌تر از معیار مطلوب ارزیابی شده‌اند. در مقابل، تنها ۶ شاخصه میانگینی فراتر از مقدار معیار داشته و در انطباق با استانداردهای معماری سبز به شمار آمده‌اند؛ ازجمله پایداری سازه‌ای که مقدار آماری آن t برابر با ۱۵.۴ و سطح معناداری p کمتر از ۰.۰۰۱ بوده و طراحی برای دسترسی همگانی که با مقدار آماری t معادل ۱۶.۵ و سطح معناداری p کمتر از ۰.۰۰۱ توانسته‌اند به معیارهای معماری سبز نزدیک شوند. این یافته‌ها بیانگر شکاف قابل‌ملاحظه‌ای میان وضعیت موجود طراحی مساجد جدید و اصول معماری سبز نسبت به معماری گذشته است که نیازمند مداخلات عملی دقیق برای بهبود کیفیت طراحی این بناهای مذهبی می‌باشد.

جدول ۵. نتایج آزمون t تک‌نمونه‌ای برای بررسی ۲۷ شاخصه معماری سبز و میزان انطباق آن با معماری مساجد جدید نسبت به گذشته

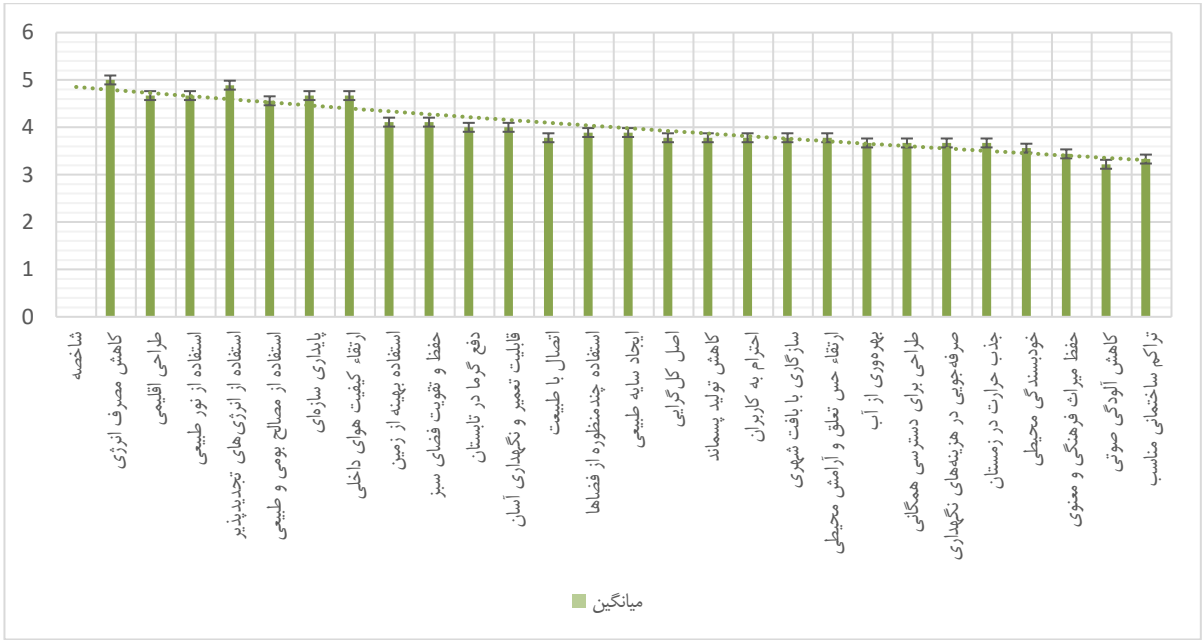
ردیف	شاخصه	میانگین	انحراف معیار(s)	t	p-value	تفسیر و مقایسه
۱	کاهش مصرف انرژی	۲.۱	۰.۷	−۱۳.۰	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۲	طراحی اقلیمی	۲.۳	۰.۸	−۸.۸	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۳	استفاده از نور طبیعی	۲.۰	۰.۶	−۱۴.۶	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۴	استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر	۱.۹	۰.۵	−۱۹.۰	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۵	استفاده از مصالح بومی و طبیعی	۲.۲	۰.۷	−۱۰.۶	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۶	پایداری سازه‌ای	۳.۸	۰.۵	۱۵.۴	<۰.۰۰۱	**رعایت شده**
۷	ارتقاء کیفیت هوای داخلی	۲.۴	۰.۸	−۷.۷	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد

۸	استفاده بهینه از زمین	۳.۶	۰.۶	۱۰.۷	<۰.۰۰۱	**رعایت شده**
۹	حفظ و تقویت فضای سبز	۲.۱	۰.۷	−۱۳.۰	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۰	دفع گرما در تابستان	۲.۲	۰.۸	−۹.۸	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۱	قابلیت تعمیر و نگهداری آسان	۳.۷	۰.۵	۱۳.۹	<۰.۰۰۱	**رعایت شده**
۱۲	اتصال با طبیعت	۲.۰	۰.۶	−۱۴.۶	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۳	استفاده چندمنظوره از فضاها	۲.۳	۰.۷	−۱۰.۳	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۴	ایجاد سایه طبیعی	۲.۲	۰.۶	−۱۳.۳	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۵	اصل کل‌گرایی	۲.۱	۰.۷	−۱۳.۰	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۶	کاهش تولید پسماند	۲.۴	۰.۸	−۷.۷	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۷	احترام به کاربران	۲.۳	۰.۷	−۱۰.۳	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۸	سازگاری با بافت شهری	۲.۵	۰.۸	−۵.۴	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۱۹	ارتقاء حس تعلق و آرامش محیطی	۲.۲	۰.۷	−۱۰.۶	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۲۰	بهره‌وری از آب	۲.۰	۰.۶	−۱۴.۶	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۲۱	طراحی برای دسترسی همگانی	۳.۹	۰.۶	۱۶.۵	<۰.۰۰۱	**رعایت شده**
۲۲	صرفه‌جویی در هزینه‌های نگهداری	۳.۶	۰.۵	۱۴.۰	<۰.۰۰۱	**رعایت شده**
۲۳	جذب حرارت در زمستان	۲.۱	۰.۷	−۱۳.۰	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۲۴	خودبسندگی محیطی	۲.۰	۰.۶	−۱۴.۶	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۲۵	حفظ میراث فرهنگی و معنوی	۲.۴	۰.۸	−۷.۷	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۲۶	کاهش آلودگی صوتی	۲.۳	۰.۷	−۱۰.۳	<۰.۰۰۱	با معماری گذشته فاصله دارد
۲۷	تراکم ساختمانی مناسب	۳.۵	۰.۶	۱۰.۲	<۰.۰۰۱	**رعایت شده**

در حوزه معماری سبز، مجموعه‌ای از شاخص‌ها وجود دارند که در مقایسه با معماری گذشته، فاصله قابل‌توجهی پیدا کرده‌اند و عملکرد ضعیف‌تری در معماری امروز از خود نشان داده‌اند. این شاخص‌ها شامل کاهش مصرف انرژی، طراحی اقلیمی منطبق با شرایط محیطی، بهره‌گیری هوشمندانه از نور طبیعی، استفاده گسترده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، کاربرد مصالح بومی و پایدار، ارتقاء کیفیت هوای داخلی برای افزایش سلامت و آسایش افراد، حفظ و ایجاد فضای سبز، مدیریت هوشمند گرما در تابستان، تقویت ارتباط سازنده با طبیعت، استفاده چندمنظوره از فضاها به‌منظور افزایش کارایی، ایجاد سایه‌های طبیعی برای جریان هوا، تهویه مناسب و طبیعی بدون نیاز به تجهیزات اضافی، کاهش تولید پسماندهای مضر، انعطاف‌پذیری فضاها برای تطبیق با نیازهای متغیر، احترام به کاربران، سازگاری بهتر با محیط و بافت شهری اطراف، ارتقاء حس تعلق در ساکنان بناها، افزایش بهره‌وری از منابع آبی، جذب مؤثر حرارت در فصل‌های سرد مانند زمستان، توجه به خودکفایی محیطی، حفظ میراث فرهنگی و معنوی در طراحی فضاها و کاهش آلودگی صوتی محیطی هستند .این در حالی است که بسیاری از این شاخص‌ها علی‌رغم اهمیت فراوانشان در مفهوم معماری سبز، در معماری مدرن به نسبت معماری سنتی کمتر موردتوجه قرار گرفته‌اند .ازجمله مواردی که وضعیت نامطلوب‌تری را نشان می‌دهند می‌توان به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر با میانگین ۱.۹ و بهره‌وری از آب یا ارتباط با طبیعت و... با میانگین 2.0 اشاره کرد. این داده‌ها فاصله قابل‌ملاحظه‌ای را میان معیارهای مطرح‌شده در معماری سبز و رویکردهای رایج معماری امروز به نمایش می‌گذارند که ضرورت تمرکز بیشتر بر این جنبه‌ها را برجسته می‌سازد. شکلهای (۲ و ۳)



شکل۲. بررسی ۲۷ شاخصه معماری سبز و میزان انطباق آن با معماری مساجد جدید نسبت به گذشته (میانگین ۳.۵ و بالا: رعایت اصول و پایین‌تر از آن: عدم رعایت اصول می‌باشد)



شکل۳. میانگین و رتبه‌بندی نهایی ۲۷ شاخصه معماری سبز در مساجد

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

مطالعات و تحلیل‌های صورت‌گرفته در این پژوهش نشان می‌دهد که مفهوم معماری سبز، اگرچه در دهه‌های اخیر شکلی علمی و تخصصی به خود گرفته است، اما ریشه‌های عمیقی در سنت‌های معماری ایران دارد، به‌ویژه در طراحی و ساخت مساجد. معماران گذشته، با بهره‌گیری از دانش بومی، توجه به شـرایط اقلیمی و فرهنگ زیسـت‌محیطی، توانسـته‌اند بدون اتکا به فناوری‌های پیچیده، بناهایی طراحی کنند که از جهات مختلف مانند مصرف انرژی، آسایش حرارتی، استفاده از نور طبیعی، بهره‌وری از مصالح بومی و دوام سازه‌ای، نمونه‌ای از معماری سبز محسوب شوند. علاوه بر این، رتبه‌بندی شاخص‌های بررسی‌شده نشان داد که بهینه‌سازی مصرف انرژی از طریق تهویه و روشنایی طبیعی و انعطاف‌پذیری در طول زمان، در نظر گرفتن اقلیم و جهت‌گیری صحیح بنا، استفاده از مصالح بومی و بازیافت‌پذیر، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر معماری سبز در طراحی مساجد هستند. بررسی مساجد جدید نشان می‌دهد که اگرچه آگاهی نظری نسبت به معماری سبز افزایش یافته

است، بسیاری از شاخصه‌ها در عمل به دلایلی همچون محدودیت اقتصادی، فشار زمانی، گرایش به سبک‌های جهانی یا غفلت از سنت‌های بومی کنار گذاشته شده‌اند. استفاده افراطی از مصالح وارداتی یا صنعتی بدون توجه به فناوری و زیست‌بوم مصالح، حذف حیاط و فضاهای نیمه‌باز، نادیده‌گرفتن جهت‌گیری‌های اقلیمی ازجمله چالش‌هایی است که در مساجد مدرن به چشم می‌خورد.

بر اساس نتایج تحلیل عامل اکتشافی، چهار محور اصلی که به‌طور مستقیم به معماری سبز در طراحی مساجد مرتبط هستند، مشخص شدند. این عوامل شامل طراحی و انرژی به‌عنوان عامل اول، کیفیت محیطی به‌عنوان عامل دوم، مدیریت و پایداری به‌عنوان عامل سوم و نهایتاً بافت و فرهنگ به‌عنوان عامل چهارم می‌باشند. این پژوهش تأکید دارد که تلفیق خلاقانه عناصر میراث معماری گذشته با بهره‌گیری از پیشرفت‌های علمی و فناوری‌های مدرن می‌تواند به‌عنوان رویکردی کارآمد در مسیر طراحی مساجدی سبز، پایدار و تطابق‌یافته با خواسته‌ها و الزامات امروز و آینده عمل کند. این شیوه نه‌تنها احترام به ارزش‌های تاریخی را حفظ می‌کند، بلکه زمینه‌ای برای نوآوری و پیشرفت در معماری اسلامی فراهم می‌آورد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که دستیابی به معماری سبز علاوه بر توجه به فناوری‌های مدرن و استانداردهای جهانی، نیازمند بازخوانی انتقادی و خلاقانه میراث معماری گذشته است. در این میان، تجربیات تاریخی مساجد ایرانی می‌توانند الگویی ارزشمند برای طراحی مساجد آینده ارائه دهند؛ الگویی که در آن ترکیب دانش بومی با دانش معاصر زمینه‌ساز خلق فضاهایی خواهد شد که نه‌تنها زیست‌محیطی پایدار هستند بلکه ازلحاظ فرهنگی، معنوی و اجتماعی نیز غنی و ماندگار خواهند بود. این پژوهش بر این نکته تأکید دارد که تحقق معماری سبز در طراحی مساجد مستلزم رویکردی جامع است. رویکردی که در آن معماران، کارفرمایان، جامعه و نهادهای برنامه‌ریز به شکل هماهنگ به اهمیت اصول معماری سبز آگاه باشند. با چنین نگاهی جامع می‌توان انتظار داشت مساجد آینده نه تنها نیازهای عبادی و فرهنگی جامعه را برآورده کنند، بلکه به‌عنوان نمونه‌هایی برجسته از معماری سبز و پایدار در فضای شهری معرفی شوند.

۱.۵. پیشنهادات:

پیشنهادات کاربردی شامل اولویت‌بندی کاهش مصرف انرژی و بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر در طراحی‌های معماری سبز است. همچنین، طراحی اقلیمی و استفاده بهینه از نور طبیعی و تهویه مناسب باید به‌عنوان بخش‌های کلیدی در فرآیند برنامه‌ریزی و طراحی موردتوجه قرار گیرد. علاوه بر این، حفظ فضای سبز و رعایت هماهنگی با بافت شهری از عوامل اساسی در دستیابی به پایداری در مقیاس کلان محسوب می‌شود که نباید نادیده گرفته شود. همچنین، ضروری است شاخص‌هایی که با تنوع بالای نظرات روبه‌رو هستند، در جلسات کارشناسی بیشتری موردبحث قرار گیرند تا به توافق نهایی دست یابند. در ادامه برای ۲۷ شاخص تائید شده در این پژوهش راهکارها و مزایا ارائه شده است: جدول (۶)

جدول ۶. مصادیق و راهکارها و مزایای شاخصه‌های مورد تائید متخصصین در خصوص شاخصه‌های معماری سبز در طراحی مساجد

رتبه	شاخصه	مصادیق در مساجد قدیم	پیشنهاد برای مساجد جدید
۱	**کاهش مصرف انرژی**	ضخامت زیاد دیوارها، حیاط مرکزی، ایوان‌های عمیق	استفاده از سیستم‌های روشنایی LED کم‌مصرف؛ نصب حسگرهای حضور برای کنترل روشنایی؛ عایق‌کاری مناسب سقف و دیوارها
۲	**طراحی اقلیمی**	جهت‌گیری قبله با توجه به باد و آفتاب، حیاط باز	جانمایی مسجد متناسب با جهت باد و آفتاب؛ استفاده از ایوان‌ها و حیاط‌های باز؛ طراحی بام شیبدار یا گنبد متناسب با بارش منطقه
۳	**استفاده از نور طبیعی**	نورگیرها، شبستان با روزنه‌ها، پنجره‌های مشبک	تعبیه نورگیرها و پنجره‌های مرتفع؛ استفاده از شیشه‌های رنگی برای کنترل تابش؛ طراحی شبستان با حیاط مرکزی نورگیر
۴	**استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر**	استفاده غیرمستقیم از باد و نور خورشید	نصب هیئت‌رئیسه‌های خورشیدی روی بام؛ بهره‌گیری از سیستم‌های خورشیدی آب‌گرم‌کن
۵	**استفاده از مصالح بومی و طبیعی**	خشت، آجر، گچ، چوب محلی	آجرکاری و کاه‌گل محلی؛ چوب‌های بومی در سقف ایوان‌ها؛ سنگ طبیعی منطقه برای کف و نما
۶	**پایداری سازه‌ای**	قوس‌ها و طاق‌های مقاوم، پایه‌های سنگی	طراحی سازه مقاوم در برابر زلزله؛ استفاده از سیستم‌های سازه‌ای سبک و مقاوم؛ طراحی با طول عمر بالا و قطعات استاندارد
۷	**ارتقاء کیفیت هوای داخلی**	جریان طبیعی هوا از حیاط و بادگیر	ایجاد حیاط با گیاهان تصفیه‌کننده هوا؛ استفاده از تهویه طبیعی متقاطع
۸	**استفاده بهینه از زمین**	ساخت در مرکز محله و استفاده از حداقل فضا	طراحی طبقاتی یا زیرزمینی برای فضاهای جانبی؛ ادغام فضاهای خدماتی در سازه اصلی؛ کمینه‌سازی سطوح بلااستفاده در محوطه
۹	**حفظ و تقویت فضای سبز**	حیاط‌های پردرخت و باغچه‌ها	ایجاد باغچه‌ها و فضاهای سبز اطراف شبستان؛ کاشت درختان بومی در حیاط؛ بام سبز روی شبستان یا شبستان فرعی

۱۰	**دفع گرما در تابستان**	ایوان‌ها، بادگیرها، حوض آب	طراحی سایبان و رواق‌های عریض؛ استفاده از تکنیک‌های تهویه طبیعی؛ انتخاب رنگ‌های روشن برای بام و نما
۱۱	**قابلیت تعمیر و نگهداری آسان**	آجرکاری قابل تعویض، ملات‌های دردسترس	انتخاب مصالح بادوام و در دسترس؛ پیش‌بینی مسیرهای دسترسی تاسیساتی؛ طراحی ساده و ماژولار برای تعویض آسان
۱۲	**اتصال با طبیعت**	حیاط باز و باغچه داخلی	ایجاد دید بصری به حیاط و فضای سبز؛ تعبیه آب‌نماها و حوض‌ها؛ طراحی فضاهای باز نیمه‌مسقف
۱۳	**استفاده چندمنظوره از فضاها**	شبستان برای عبادت و گردهمایی	ترکیب شبستان با فضاهای آموزشی؛ طراحی سالن‌های انعطاف‌پذیر برای اجتماعات؛ استفاده از رواق‌ها به‌عنوان محل نماز فرعی
۱۳	**ایجاد سایه طبیعی**	درختان حیاط، ایوان‌های عمیق	کاشت درختان بلند اطراف محوطه؛ استفاده از طاق‌ها و رواق‌های سنتی؛ طراحی پیش‌آمدگی‌های عمیق در نما
۱۴	**اصل کل‌گرایی**	وحدت در کثرت و هماهنگی مجموعه	یکپارچه‌سازی عناصر معماری سنتی و مدرن برای ایجاد هویت واحد؛ هماهنگی بین فضاهای عبادی، آموزشی و فرهنگی در یک ترکیب کلی؛ طراحی محوطه، نما و فضاهای داخلی با زبان مشترک و پیوستگی بصری
۱۵	**کاهش تولید پسماند**	مصالح قابل بازیافت مانند آجر	استفاده از مصالح قابل بازیافت؛ طراحی سیستم جمع‌آوری و تفکیک زباله؛ پیش‌بینی محل‌های کمپوست در حیاط
۱۶	**احترام به کاربران**	تنوع فضایی جهت استفاده‌های مختلف	پیش‌بینی فضاهای آرام و خلوت برای عبادت فردی؛ طراحی ورودی‌ها و گردش فضاها برای جلوگیری از ازدحام و آسایش بیشتر؛ توجه به نیازهای گروه‌های مختلف (کودکان، سالمندان، زنان) در چیدمان فضاها و امکانات
۱۷	**سازگاری با بافت شهری**	قرارگیری در مرکز بازار یا محله	هماهنگی سبک معماری با محله؛ رعایت ارتفاع و مقیاس متناسب با اطراف؛ حفظ مسیرهای دسترسی عمومی
۱۸	**ارتقاء حس تعلق و آرامش محیطی**	کاشی‌کاری‌ها، حوض و درختان	طراحی فضاهای جمعی صمیمی؛ به‌کارگیری نقوش و هنرهای اسلامی؛ ایجاد فضاهای خلوت و عبادت فردی
۱۹	**بهره‌وری از آب**	حوض آب، سیستم‌های سنتی آبیاری	جمع‌آوری آب باران برای آبیاری؛ استفاده از سیستم‌های قطره‌ای در فضای سبز؛ به‌کارگیری شیرآلات کم‌مصرف
۲۰	**طراحی برای دسترسی همگانی**	ورودی‌های متعدد و بدون پله‌های زیاد	رمپ و مسیرهای بدون پله؛ تابلوهای راهنمای گویا و بریل؛ ورودی‌های عریض و آسانسور در طبقات
۲۱	**صرفه‌جویی در هزینه‌های نگهداری**	مصالح بادوام بومی، نیاز کم به تعمیر	طراحی ساده با تجهیزات کم‌هزینه؛ پیش‌بینی سیستم‌های پایش هوشمند؛ استفاده از پوشش‌های ضدخوردگی و ضدآب
۲۲	**جذب حرارت در زمستان**	دیوارهای ضخیم و ذخیره حرارتی	استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا؛ تعبیه پنجره‌های جنوبی بزرگ؛ طراحی حیاط آفتاب‌گیر
۲۳	**خودبسندگی محیطی**	تأمین روشنایی و تهویه از خود بنا	پرورش گیاهان در حیاط یا بام؛ جمع‌آوری و استفاده مجدد از آب باران

۲.۵. محدودیت‌ها:

محدودیت‌های پژوهش شامل چندین جنبه است: نخستین محدودیت مربوط به دامنه جغرافیایی تحقیق است که تنها مناطق خاصی را پوشش داده و امکان بررسی در گستره جغرافیایی وسیع‌تر وجود نداشته است. دومین محدودیت به حجم نمونه مرتبط می‌شود، که ممکن است به دلیل کوچک بودن تعداد نمونه‌های مطالعه‌شده نتواند بازتاب‌دهنده تمامی ویژگی‌ها و تفاوت‌های موجود باشد. علاوه بر این، عدم دسترسی به داده‌های واقعی مربوط به انرژی مصرفی مساجد جدید نیز مانعی در دستیابی به نتایج دقیق‌تر بوده است. با توجه به این موارد، پیشنهاد می‌شود که مطالعات آتی با گسترش دامنه جغرافیایی، افزایش حجم نمونه و استفاده از داده‌های واقعی و معتبر در ارتباط با انرژی مصرفی بناهای مورد مطالعه انجام شوند تا نتایج جامع‌تر و کاربردی‌تری ارائه گردد.

۶. منابع

1) Abbaszadeh, S., Zagreus, L., Lehrer, D., & Huizenga, C. (2006, June). Occupant satisfaction with indoor environmental quality in green buildings. *Proceedings of Healthy Buildings 2006* (Vol. 3, pp. 365–370). Lisbon, Portugal. http://escholarship.org/uc/item/9rf7p4bs
2) Aini, S., Nursaniah, C., Caisarina, I., & Munir, A. (2024). Sustainable mosque design with green architectural approach: A case study of Al-Furqan Mosque in Banda Aceh, Indonesia. *Malaysian Journal of Sustainable Environment, 11*(1), 109–126. https://doi.org/10.24191/myse.v11i1.990
3) Aini, S., Nursaniah, C., Caisarina, I., & Munir, A. (2024). Sustainable mosque design with green architectural approach: A case study of Al-Furqan Mosque in Banda Aceh, Indonesia. *Malaysian Journal of Sustainable Environment, 11*(1), 109–126. https://doi.org/10.24191/myse.v11i1.990
4) Akyildiz, N. A., & Olğun, T. N. (2020). Investigation for energy use and conservation of sustainable traditional architecture: Case of Malatya/Turkey Bahri Mosque. *Frontiers of Architectural Research, 10*(2), 60–67. http://www.sapub.org/global/showpaperpdf.aspx?doi=10.5923/j.arch.20201002.03
5) Ali, A., Utaberta, N., Surat, M., & Oleiwi, M. Q. (2015). Green architecture and Islamic architecture: The Islamic Arabic city and the traditional Islamic house. *Applied Mechanics and Materials, 747,* 24–27. https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMM.747.24
6) BRI International Green Development Coalition. (2022). Green architecture. In *The Belt and Road Initiative Green Development Case Studies Report 2020* (pp. xx–xx). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3188-7_7
7) Bungau, C. C., Bungau, T., Prada, I. F., & Prada, M. F. (2022). Green buildings as a necessity for sustainable environment development: Dilemmas and challenges. *Sustainability, 14*(20), 13121. https://www.mdpi.com/2071-1050/14/20/13121
8) Daramola, A., Adebayo, T., & Alabi, D. (2012). Green architecture and sustainable development in Nigeria. *Journal of Sustainable Development and Environmental Protection, 2*(2), 95–101. https://ierdafrica.org.ng/wp-content/uploads/2020/08/Green_Architecture_and_Sustainable_Development_in_Nigeria.pdf
9) Eddy, F., & Abdillah, W. (2022). A Lake Singkarak resort hotel: A green architecture approach. *Jurnal Koridor, 13*(2), 1–9. https://doi.org/10.32734/koridor.v13i02.8183
10) Esfandiari, M., Zaid, S. M., Ismail, M. A., & Aflaki, A. (2017). Influence of indoor environmental quality on work productivity in green office buildings: A review. *Chemical Engineering Transactions, 56,* 385–390. https://eprints.um.edu.my/17646/
11) Fani, M. (2021). The development of a nexus-based green architecture ranking system in Iran. *Civil Engineering and Built Environment Letters, 2*(2), 19–26. https://doi.org/10.36937/CEBEL.2021.002.003
12) Fu, X., & Lyu, S. (2021). Evaluation of urban architecture design and construction on environmental pollution under the visual threshold of green development. *Nature Environment and Pollution Technology, 20*(2), xx–xx. https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.V20I02.047
13) Gholizade, M., Hafeze, M., & Rezaanvari, M. (2022). Green architecture: Harmony and compatibility with the environment (Case example: Rasht City). *Islamic Art Studies, 19*(45), 539–559. https://www.sysislamicartjournal.ir/article_127424.html?lang=en
14) He, X. (2002). On green architecture. *Journal of Zhuzhou Teachers College*. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZZSF200206019.htm
15) Hoomani Rad, M., Tahbaz, M., & Pourmand, H. (2018). An inquiry into relation between natural lighting and daylight in the architecture of dome houses in historic and contemporary Iranian mosques. *Soffeh, 28*(3), 69–90. https://soffeh.sbu.ac.ir/article_100445.html?lang=en
16) Imriyanti, I. (2014). Mosque architecture as a sustainable building in urban (Case study: Al Markas Al Islamic Mosque Makassar). *Journal of Islamic Architecture, 2*(4), 161–170. https://doi.org/10.18860/JIA.V2I4.2467
17) Ismail, M. A., & Rashid, F. (2023). Green architecture approach toward sustainable mosques in Malaysia. *Jurnal Kejuruteraan, 35*(3), xx–xx. https://doi.org/10.17576/jkukm-2023-35(3)-17
18) Iwuanyanwu, O., Gil-Ozoudeh, I., Okwandu, A. C., & Ike, C. S. (2024). Cultural and social dimensions of green architecture: Designing for sustainability and community well-being. *International Journal of Applied Research in Social Sciences, 6*(8), 1951–1968. http://www.fepbl.com/index.php/ijarss
19) Kostina, E. K., Dudchenko, M. Y., & Myronenko, O. V. (2019). Modern trends in architecture: Green architecture as a form of efficient architecture energy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 698*(3), 033048. https://doi.org/10.1088/1757-899X/698/3/033048
20) Masood, O. A. I., Abd Al-Hady, M. I., & Ali, A. K. M. (2017). Applying the principles of green architecture for saving energy in buildings. *Energy Procedia, 115,* 369–382. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217322336

21) Masridin, M. H., & Ismail, A. S. (2022). Critical regionalism approach for Djami mosque design towards the aesthetics of sustainability. *Journal of Islamic Architecture, 7*(2), 220–232. https://doi.org/10.18860/jia.v7i2.17135
22) Mochtar, S., Sunartio, A. N., Lukman, A. L., Wirakusumah, I. A., Ramadhan, A., Lazuardi, K., & Angeline, C. (2024). Challenges of implementing the green building concept in mosques. *Arteks: Jurnal Teknik Arsitektur, 9*(1), xx–xx. https://doi.org/10.30822/arteks.v9i1.2956
23) Mohammadabadi, M. A., & Ghoreshi, S. (2011). Green architecture in clinical centres with an approach to Iranian sustainable vernacular architecture (Kashan City). *Procedia Engineering, 21,* 580–590. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811048879
24) Mohammed, A. S., Abdulai, I. B., Jannat, A., & Augustine, D. (2024). Emerging technologies for transforming mosques into smart buildings: A systematic literature review. *International Journal of Research and Scientific Innovation, 11*(6), 510–534. https://doi.org/10.51244/ijrsi.2024.1106040
25) Oh, J., Wong, W., Castro-Lacouture, D., Lee, J., & Koo, C. (2023). Indoor environmental quality improvement in green building: Occupant perception and behavioral impact. *Journal of Building Engineering, 69,* 106314. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022300493X
26) Okwandu, A. C., Akande, D. O., & Nwokediegwu, Z. Q. S. (2024). Green architecture: Conceptualizing vertical greenery in urban design. *Environmental Science and Technology Journal, 5*(5), xx–xx. https://doi.org/10.51594/estj.v5i5.1114
27) Patnaik, A., Kumar, V., & Saha, P. (2017). Importance of indoor environmental quality in green buildings. In *Environmental pollution: Select proceedings of ICWEES-2016* (pp. 53–64). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5792-2_5
28) Purisari, R., Safitri, R., Permanasari, E., & Hendola, F. (2017). Green architecture approach on mosque design in Cipendawa Village, Cianjur, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 216*(1), 012059. https://doi.org/10.1088/1757-899X/216/1/012059
29) Sari, L. H., Wulandari, E., & Idris, Y. (2023). An investigation of the sustainability of old traditional mosque architecture: Case study of three mosques in Gayo Highland, Aceh, Indonesia. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 23*(2), 528–541. https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2245006
30) Satriabhawana, M. T. (2024). Sustainable architecture implementation of mosque in Indonesia (Case study: Mosque Istiqlal, Jakarta). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1404,* 012016. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1404/1/012016
31) Šijaković, M., & Perić, A. (2014). Recycling architecture: The redefinition of recycling principles in the context of sustainable architectural design. In *REAL CORP 2014. Plan it Smart—Clever Solutions for Smart Cities* (pp. 467–476). CORP-Competence Center of Urban and Regional Planning. https://raf.arh.bg.ac.rs/handle/123456789/532
32) Şimşek, O. (2024). Sustainability aspects in mosque architecture: From the beginnings to the present. *Diyanet Ilmi Dergi, 60*(x), xx–xx. https://doi.org/10.61304/did.1459221
33) Sobri, M. I. M., Ismail, S., Sabil, A., Yusof, H., Asif, N., & Setiyowati, E. (2021). Systematic review of sustainable design approach for mosque. *Journal of Islamic Architecture, 6*(4), xx–xx. https://doi.org/10.18860/jia.v6i4.14016
34) Soltanzadeh, H. (2015). The role of climate and culture on the formation of courtyards in mosques. *Space Ontology International Journal, 4*(3), 19–28.
35) Suwendi, M. A. (2024). Masjid Az-Zikra Sentul: Transformasi dari eco-masjid ke eco-sosial. *Jurnal Bimas Islam, 17*(2), xx–xx. https://doi.org/10.37302/jbi.v17i2.1385
36) Wang, Q. (2012). A brief discussion on green architecture design and its application strategy in implementation. *Advanced Materials Research, 598,* 83–86. https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.598.83
37) Wisdianti, D., & Sajar, S. (2023). Study of sustainable architecture concepts. *International Journal of Research and Review, 10*(4), 419–424. https://doi.org/10.52403/ijrr.20230450
38) Yazdani, S. A., & Mahmoudinejad, H. (2016). The green future: Architecture + sustainability, green architecture and impacts of it on urban planning and urban design. *Soffeh, 15*(43), 337–352. https://www.sid.ir/En/Journal/ViewPaper.aspx?ID=507615
39) Yuan, Y., Yu, X., Yang, X., Xiao, Y., Xiang, B., & Wang, Y. (2017). Bionic building energy efficiency and bionic green architecture: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 74,* 771–787. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117303246
40) Zolfaghari Tehrani, M., Mahdavinejad, M., Ansari, M., & Mansouri, B. (2024). The influential factors in Persian architecture as a biocompatible and eco-friendly building methodology. *Naqshejahan—Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning, 14*(2), 1–20. http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-72457-fa.html

41) Маяцкая, И., Mayackaya, I., Еремин, В. Н., Eremin, V. N., Язьева, С., & Yazyeva, S. (2019). Green architecture: The unity of nature's beauty, comfort, environmental and architectural forms. *Construction and Architecture, 7*(1), 91–96. https://doi.org/10.29039/ARTICLE_5C646F15C8F284.88208487